

Оценка риска

УДК 331.461.2.003.12

© А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, 2005

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РИСКА АВАРИЙ В ДЕКЛАРАЦИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

А.И. ГРАЖДАНКИН, канд. техн. наук, М.В. ЛИСАНОВ, А.С. ПЕЧЕРКИН, доктора техн. наук
(ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность»)

В соответствии с требованиями Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-ФЗ разработка декларации промышленной безопасности (ДПБ) опасных производственных объектов (ОПО) предполагает всестороннюю оценку риска аварии. Раздел «Анализ риска» — основной в ДПБ. Анализ риска аварий при декларировании промышленной безопасности позволяет не только выявлять так называемые «слабые места» на ОПО, но и предлагать обоснованные адресные меры обеспечения безопасной эксплуатации.

По официальным данным, на 01.09.04 в 733 организациях, эксплуатирующих ОПО, разработаны 1575 ДПБ для 1818 ОПО. При осуществлении декларирования промышленной безопасности накоплен уникальный отечественный опыт количественной оценки риска промышленных аварий. Поэтому всестороннее рассмотрение имеющихся результатов декларирования и количественной оценки риска аварий, как современного и действенного элемента обеспечения промышленной безопасности на ОПО, представляется, на наш взгляд, весьма актуальным. В данной статье описываются результаты рассмотрения ДПБ ОПО топливно-энергетического комплекса (ТЭК), лидирующего по числу разработанных деклараций. В соответствии с выбранной целью объектом настоящего исследования являются ДПБ ОПО ТЭК, а предметом анализа — результаты количественной оценки риска аварии, представленные в них.

Из генеральной совокупности ДПБ¹, для дальнейшего анализа целенаправленно отобрано 30 деклараций ОПО ТЭК, которые были разделены на четыре основные группы в соответствии с типичными функциональными и отраслевыми признаками, характерными для декларируемых ОПО: нефтегазодобыча; хранение углеводородов; трубопроводный транспорт углеводородов и нефтегазопереработка. При формировании выборки деклараций учтены [1]: распределение числа декларируемых ОПО по выделенным группам; сравнительная степень опасности типичного ОПО в каждой группе; распределение числа однотипных ОПО внутри каждой группы; характерный качественный состав ДПБ внутри выделенных групп по показателям обоснованности результатов оценки риска аварий; общее

¹ Представляет собой почти 350 наиболее крупных ОПО ТЭК, на которых отношение количества обращающихся опасных веществ к предельному (по № 116-ФЗ) превышает 10.

количество и соответствующая доля ДПБ, разработанных отдельными организациями; положительная зависимость между числом ДПБ, разработанных отдельным разработчиком, и числом экспертиз ДПБ, проведенных определенной экспертной организацией.

Качественный и количественный анализ отобранных ДПБ проводился в соответствии с требованиями Правил экспертизы декларации промышленной безопасности (ПБ 03-314—99), которые определяют, что при разработке и экспертизе ДПБ необходимо, в частности, учитывать: обоснованность применяемых физико-математических моделей и использованных методов расчета; правильность и достоверность выполненных расчетов по анализу риска, а также полноту учета всех факторов, влияющих на конечные результаты; вероятность реализации принятых сценариев аварий и возможность выхода поражающих факторов этих аварий за границу санитарно-защитной зоны (или охранной зоны) ОПО, а также последствий воздействия поражающих факторов на население, другие объекты, окружающую природную среду.

Первоначально все объекты выборки оценивались с точки зрения качества разработки деклараций ОПО. При этом принимались во внимание: логическая непротиворечивость исходных данных и полученных результатов оценки риска аварии; полнота спектра и достоверность представленных в декларации показателей риска аварии; качество изложения полученных результатов в соответствии с требованиями действующих нормативных документов; наличие (отсутствие) в ДПБ обоснованных предложений о мерах безопасности, логично вытекающих из проведенного разработчиками анализа риска аварий; адекватность и достоверность характерных сценариев развития аварии на ОПО, поражающих факторов аварии, составляющих ущерба от аварии, данных о персонале и рискующих третьих лицах вблизи ОПО.

В последующем проводился статистический анализ результатов количественной оценки риска аварий, представленных в ДПБ ОПО ТЭК. При рассмотрении данных из деклараций ОПО ТЭК анализировались следующие основные количественные показатели риска аварии: кратность превышения массы обращающихся на ОПО ТЭК опасных веществ над их предельным количеством, установленным Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (или по-другому — условный приведенный запас опасных веществ,

обращающихся на ОПО) — $K, \tau^* = \tau/\tau$; частота (интенсивность) возникновения наиболее опасного сценария аварии на ОПО ТЭК, 1/год; максимальный размер зон поражения при аварии и радиус зоны возможного аварийного поражения людей с 50 %-ным смертельным исходом, м; возможное число пострадавших при аварии, чел.; возможный материальный и экологический ущерб при аварии, руб.; коллективный риск (ожидаемое число погибших от аварий за год), чел/год; ожидаемый материальный и экологический ущерб от аварий за год, руб.; индивидуальный риск гибели от аварий для персонала и третьих лиц, 1/год.

Подробное рассмотрение материалов отобранных деклараций позволяет отметить, что в целом масштаб последствий аварии оценивается большинством разработчиков правильно, а рекомендуемых методик, приведенных в РД 03-357—00, как правило, достаточно для оценки таких опасностей аварии, как взрыв, пожар, выброс токсичных веществ. Основные проблемы и неточности при декларировании связаны с оценкой риска аварии, выявлением «слабых мест» и выработкой на этой основе обоснованных рекомендаций по обеспечению безопасности.

Анализ материалов декларирования с использованием пятибалльной шкалы оценок показал, что качество разработки выбранных деклараций в первой группе (нефтегазодобыча) — в большинстве своем неудовлетворительное, а в остальных группах — в целом удовлетворительное и хорошее. Главная причина неудовлетворительного качества разработки деклараций ОПО нефтегазодобычи обуславливается в большинстве случаев некомпетентностью разработчиков (подробнее см. в [1, 2]).

Несмотря на встречающиеся ошибки и просчеты отдельных разработчиков ДПБ [1, 2], процедура декларирования действительно повышает информированность персонала и третьих лиц об основных опасностях аварии и мерах по их предупреждению, что положительно отражается на обеспечении промышленной безопасности большинства декларируемых ОПО.

Результаты первоначального качественного анализа за ДПБ использовались при дальнейшем количествен-

ном анализе данных, приведенных в декларациях ОПО ТЭК. При окончательной оценке средних значений показателей риска аварии учитывалось качество разработок деклараций посредством введения следующих весовых коэффициентов для выделенных групп ОПО ТЭК: нефтегазодобыча — 0,1; хранение углеводородов — 0,3; транспортирование углеводородов — 0,25 и нефтегазопереработка — 0,35.

Подобные весовые поправочные коэффициенты использовались при оценке средних значений показателей риска аварии и внутри каждой из четырех выделенных групп ОПО ТЭК. Такой подход позволил снизить влияние недостоверных данных отдельных ДПБ на итоговые среднетраслевые оценки риска аварии, приведенные в декларациях.

Результаты полученных при исследовании оценок средневзвешенных значений основных показателей риска аварии из деклараций ОПО ТЭК представлены в табл. 1 и 2.

Анализ полученных результатов позволил определить, что по данным, приведенным в декларациях, наиболее опасными по показателям удельного количества обращающихся опасных веществ и удельного количества на одного рискующего пострадать при аварии представляются ОПО ТЭК транспортирования углеводородов (1496 т*, 2,69 т*/чел.), по показателю возможности возникновения наиболее опасного сценария аварии — ОПО ТЭК транспортирования углеводородов и нефтегазопереработки (частота события до $5,08 \cdot 10^{-2}$ год⁻¹), по показателю частоты аварий с гибелью людей — ОПО ТЭК хранения углеводородов и нефтегазопереработки ($1,87 \cdot 10^{-5}$ и $2,44 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹), по показателю среднего числа пострадавших при наиболее опасном сценарии аварии — ОПО ТЭК хранения и транспортирования углеводородов (288 и 285 чел.), по показателю размера зон поражения при аварии — ОПО ТЭК нефтегазопереработки (до 4970 м), по показателю возможного материального и экологического ущерба от аварии — ОПО ТЭК добычи углеводородов и нефтегазопереработки (до 1,35 млн. руб. и до 34,8 млн. руб.), по показателю ожидаемых материальных потерь — ОПО ТЭК добычи углеводородов (794 тыс. руб./год), по показателю ожидаемого экологического ущерба — ОПО ТЭК транспортирова-

Таблица 1

Выделенные группы ОПО ТЭК	Кратность превышения предельного количества обращающихся опасных веществ на ОПО $K, \tau^* = \tau/\tau$	Численность, чел.		Удельное количество условного запаса опасных веществ, т*/чел.		Частота, 1/год		Размер зон поражения при аварии, м		Количество пострадавших при наиболее опасном сценарии аварии N , чел.
		персонала на ОПО Π	рискующих из числа третьих лиц на ОПО H	на одного работающего K/Π	на одного рискующего из числа третьих лиц K/H	наиболее опасного сценария аварии на ОПО P	гибели рискующего человека $Ч/(\Pi + H)$	максимальный L_{max}	с 50 %-ным смертельным исходом $L_{50\%}$	
Нефтегазодобыча	78	330	1 890	0,24	0,042	$1,12 \cdot 10^{-3}$	$3,92 \cdot 10^{-6}$	560	250	11
Хранение углеводородов	8	120	1 840	0,07	0,004	$9,98 \cdot 10^{-4}$	$1,87 \cdot 10^{-5}$	470	110	288
Транспортирование углеводородов	1496	560	12 860	2,69	0,116	$4,58 \cdot 10^{-2}$	$6,36 \cdot 10^{-6}$	650	240	285
Нефтегазопереработка	217	4000	31 080	0,05	0,007	$5,08 \cdot 10^{-2}$	$2,44 \cdot 10^{-5}$	4970	2230	90

Таблица 2

Выделенные группы ОПО ТЭК	Ущерб при наиболее опасном сценарии аварии Y_M , млн. руб.	Экологический ущерб при наиболее опасном сценарии аварии $Y_Э$, млн. руб.	Доля экологического ущерба от аварии $Y_Э/Y_M$, %	Ожидаемые потери людей от аварии $Ч$, чел/год	Средний ожидаемый ущерб от аварии, тыс. руб/год		Удельный ожидаемый ущерб на единицу условного запаса опасных веществ $У$, тыс. руб/(год·т*)	Средний индивидуальный риск гибели работающего при аварии $R_{инд}$, 1/год
					материальный M	экологический $Э$		
Нефтегазодобыча	1335,1	34,8	2,61	$8,68 \cdot 10^{-3}$	794,0	139,2	11,89	$1,06 \cdot 10^{-4}$
Хранение углеводородов	46,6	0,009	0,02	$3,66 \cdot 10^{-2}$	102,5	0,02	12,77	$1,53 \cdot 10^{-4}$
Транспортирование углеводородов	807,5	4,3	0,53	$8,54 \cdot 10^{-2}$	218,2	303,0	0,35	$2,03 \cdot 10^{-4}$
Нефтегазопереработка	1311,8	31,9	2,43	$8,55 \cdot 10^{-1}$	507,9	25,7	2,46	$1,10 \cdot 10^{-3}$

ния углеводородов (303 тыс. руб/год), по удельному показателю ожидаемого ущерба на единицу условного запаса опасных веществ — ОПО ТЭК добычи и хранения углеводородов (11,89 и 12,77 тыс. руб/(год·т*), по показателю ожидаемых людских потерь и индивидуального риска гибели работающего при аварии — ОПО ТЭК нефтегазопереработки ($0,855$ чел/год и $1,10 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹).

По суммарному числу полученных максимальных значений из рассмотренных показателей (выделены в табл. 1 и 2 затемнением) наиболее опасные — ОПО ТЭК нефтегазопереработки (8 максимальных значений из 15 показателей), а наименее — ОПО ТЭК транспортирования, добычи и хранения углеводородов (соответственно 6, 4 и 3 максимальных значения). Однако по удельным показателям (с учетом количества обращающихся веществ и рискующих из числа персонала и третьих лиц) наиболее опасные — ОПО ТЭК хранения, добычи углеводородов и нефтегазопереработки, а наименее — ОПО ТЭК транспортирования углеводородов. При окончательном сравнении опасности ОПО ТЭК принимались во внимание рентабельность соответствующих производств и объемы производимой продукции и оказываемых услуг в условиях современной экономической ситуации в России: по этим показателям лидируют добыча и транспортирование углеводородного сырья.

Таким образом, на основании данных по анализу риска, представленных в декларациях промышленной безопасности, ОПО ТЭК могут быть ранжированы по убыванию опасности аварии следующим образом: нефтегазопереработка, хранение углеводородов, нефтегазодобыча и транспортирование углеводородов.

Необходимо отметить, что для ОПО транспортирования углеводородов специально разработаны в целях анализа и оценки риска аварии Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах (РД) и Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «ГАЗПРОМ» (СТО РД Газпром 39-1.10-084—2003), которые успешно применяются в практике декларирования [3].

Выводы

Анализ результатов оценок риска аварий, представленных в декларациях промышленной безопасности ОПО, показал следующее.

1. Полученные сводные результаты по анализу риска в декларациях ОПО ТЭК не противоречат и в целом соответствуют имеющимся статистическим данным по аварийности и производственному травматизму на ОПО ТЭК, а также корреспондируют с фоновыми показателями риска аварий [4], притом что данные в декларациях отражают специфику конкретных ОПО.

2. Риск загрязнения окружающей среды при авариях на ОПО ТЭК, как правило, существенно ниже риска материальных потерь (например, для ОПО ТЭК риска загрязнения окружающей среды в среднем в 3,5 раза меньше ожидаемого материального ущерба от аварии — см. табл. 1, 2).

3. В отечественном ТЭК наиболее опасными с точки зрения возможности возникновения аварии представляются ОПО нефтегазопереработки.

4. Совершенствование нормативно-методической базы декларирования безопасности и анализа риска представляется одним из самых актуальных направлений научно-исследовательской деятельности в области обеспечения безопасной эксплуатации ОПО ТЭК.

Накопленный при декларировании промышленной безопасности уникальный отечественный опыт анализа риска аварий целесообразно полнее использовать при разработке новых технических регламентов и внедрении механизмов технического регулирования в различных сферах деятельности человека.

Список литературы

1. О характерных ошибках анализа риска аварий при декларировании промышленной безопасности / А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров // Безопасность труда в промышленности. — 2004. — № 10. — С. 3.
2. Швыряев А.А. Типовые ошибки при анализе риска опасных производственных объектов. Об опыте декларирования промышленной безопасности и развитии методов оценки риска опасных производственных объектов. Материалы тематического семинара / Под общ. ред. В.И. Сидорова. — М.: ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. — С. 45–50.
3. Оценка риска аварий на магистральных нефтепроводах КТК-Р и БТС / Ю.А. Дадонов, М.В. Лисанов, А.И. Гражданкин и др. // Безопасность труда в промышленности. — 2002. — № 6. — С. 2–6.
4. Основные принципы оценивания и нормирования приземного техногенного риска / И.Л. Можяев, А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов и др. // Безопасность труда в промышленности. — 2004. — № 8. — С. 45–50.

Хроника аварий

Информация об авариях, происшедших на предприятиях, подконтрольных территориальным органам Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзора)

- 03.12.04** В ОАО «Ленинское шахтоуправление» (Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Кемеровской области) при ведении горных работ в подготовительном забое конвейерного штрека № 322 пласта Несложного обрушились породы кровли в 500 м от устья выработки с деформацией верхняков анкерного крепления типа АСП на протяжении 5 м. Пятеро горняков, застигнутых аварией, вышли из забоя самостоятельно через купол обрушения.
- 03.12.04** В филиале «Элистагоргаз» ОАО «Калмгаз» (Ниже-Волжское межрегиональное управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора) в с. Песчаное из-за повышения давления после шкафного газораспределительного пункта (ГСГО-2) произошли утечки газа в жилых помещениях, взрыв газовой смеси в жилом многоквартирном доме.
- 04.12.04** В ООО «Металлстройсервис» (Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Вологодской области) на территории базы при подъеме железобетонной балки произошла просадка грунта под опорой автокрана Кс-55713-1, установленного на месте засыпанной траншеи. В результате поврежден корочатый элемент правой задней опоры крана. Пострадавших нет.
- 05.12.04** В ОАО «Орскнефтеоргсинтез» (Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Оренбургской области) в цехе парогазовоздухоснабжения при разгерметизации плавающей головки теплообменника растворитель смешался с теплофикационной водой. Смесь попала в открытую емкость для сбора конденсата, расположенную в конденсатной насосной, и загорелась. При переполнении емкости включился насос, выполненный в обычном исполнении, что привело к взрыву газовой смеси. Повреждена крыша здания.
- 05.12.04** В ООО «Тобольскнефтехим» (Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Тюменской области) при производстве изобутилена и метил-трет-бутилового эфира на линии опорожнения секции аппарата воздушного охлаждения из-за разгерметизации задвижки произошел выброс изобутилена с возгоранием. Обгорела изоляция трубопровода, пострадавших нет.
- 08.12.04** На 615-м км магистрального газопровода «Моздок—Казимагомед» ООО «Каспийгазпром» (Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Республике Дагестан) произошел разрыв трубопровода с последующим возгоранием газа.
- 09.12.04** В ЗАО «Уралгазсервис» (Пермское межрегиональное управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора) произошла утечка газа из газопровода среднего давления ($D_y = 325$ мм). Прекращено газоснабжение трех котельных.
- 13.12.04** В ЗАО «ТПГ «Нефтемашэнерго» (Пермское межрегиональное управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора) взорвалась газозвушная смесь в топке котла. В результате разрушен котел и нарушено остекление здания котельной.
- 13.12.04** В ООО «ДВЭУК» ЗАО «ЛутЭК», рудоуправление «Лучегорское» (Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Приморскому краю), на разрезе № 2 при движении под уклон у тепловоза ТЭМ 7А № 1 отката тормозная система. После безуспешных попыток торможения бригада, обслуживавшая тепловоз, покинула его. В результате машинист и помощник машиниста тепловоза получили легкие травмы. При сходе состава была деформирована ходовая часть кабины тепловоза и приведены в аварийное состояние восемь думпкаров.
- 18.12.04** В СПК «Колос» (Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Оренбургской области) из-за повышения давления после шкафного газораспределительного пункта марки ГСГО-2 произошли загазованность и последующее возгорание жилого дома, приостановлено газоснабжение 275 квартир и 8 коммунально-бытовых объектов. Пострадавших нет.
- 20.12.04** В ООО «Монолит» (Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Тамбовской области) на стройплощадке при производстве работ гусеничным краном СКГ-40/63 расшпильтовалась и выпала из места крепления ось на оголовке стрелы. Упавшей осью смертельно травмирован каменщик.
- 24.12.04** В ОАО «Экофорэст-Коми» (Печорское межрегиональное управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора) на участке разгрузки и сортировки пиломатериалов в результате перегрузки упал башенный кран КБ-309 ХЛ. Травмирован крановщик.
- 26.12.04** В ОАО «Шахта «Краснокаменная» (Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Кемеровской области) при обследовании горных работ на участке № 2 основного штрека пласта Мощного гор. +100 м с квершлага № 42, в 100 м от промквершлага, в куполе был обнаружен очаг самовозгорания угля (эндогенный пожар).

Подписано в печать 30.12.04
 Формат 60×90/8
 Бумага мелованная
 Печать офсетная
 Тираж 27 750 экз.
 Зак. 2450
 Цена 80 руб.

Компьютерная подготовка и верстка — ООО «ПОЛИМЕДИА»
 Учредитель и издатель Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 105066, г. Москва, ул. Александра Лукьянова, д. 4, корп. 8. Изд. лиц. ИД № 05178 от 25.06.01. Гигиеническое заключение № 77.03.952.П.34390.09.9 от 15.09.99
 Открытое акционерное общество ордена Трудового Красного Знамени «Чеховский полиграфический комбинат» (регистрационный № 1045009951458 от 19.04.04).
 142300, г. Чехов Московской обл. Телефон: (272) 7-13-36, факс: (272) 6-25-36
 Редакция не несет ответственности за достоверность и точность приведенных фактов, экономико-статистических данных и прочих сведений, содержащихся в авторских публикациях. Редакция может публиковать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора. Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Безопасность труда в промышленности», только с разрешения редакции.
 За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель.